

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-170021

(43) 公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C21D 9/00	101	9352-4K	C21D 9/00	101 A
		9352-4K		101 N
1/42			1/42	T
// C21D 8/12			8/12	B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全5頁)

(21) 出願番号	特願平7-330750	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成7年(1995)12月19日	(72) 発明者	藤井 浩二 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地 新日本製鐵株式会社広畑製鐵所内
		(72) 発明者	島津 智 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地 新日本製鐵株式会社広畑製鐵所内
		(72) 発明者	廣幡 一明 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地 新日本製鐵株式会社広畑製鐵所内
		(74) 代理人	弁理士 朝日奈 宗太 (外2名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被加熱素材の誘導加熱方法

(57) 【要約】

【課題】 被加熱素材全体を均温に誘導加熱することができる方法を提供すること。

【解決手段】 被加熱素材を誘導加熱炉内で高温加熱したのち、所定時間均熱保持する加熱方法であって、被加熱素材を誘導加熱炉内で昇温させる加熱段階と、前記加熱段階よりも周波数を高くし、かつ投入電力を下げた加熱する均熱段階とのあいだに、前記加熱段階での誘導加熱と同一の周波数で、かつ前記加熱段階よりも投入電力を下げた加熱する準加熱段階を設けることを特徴とする被加熱素材の誘導加熱方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加熱素材を誘導加熱炉内で高温加熱したのち、所定時間均熱保持する加熱方法であって、被加熱素材を誘導加熱炉内で昇温させる加熱段階と、前記加熱段階よりも周波数を高くし、かつ投入電力を下げた加熱する均熱段階とのあいだに、前記加熱段階での誘導加熱と同一の周波数で、かつ前記加熱段階よりも投入電力を下げた加熱する準加熱段階を設けることを特徴とする被加熱素材の誘導加熱方法。

【請求項2】 被加熱素材を誘導加熱炉で加熱するまゝに、燃料燃焼炉で予備加熱する請求項1記載の被加熱素材の誘導加熱方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被加熱素材の誘導加熱方法に関する。さらに詳しくは、被加熱素材を誘導加熱炉内で高温加熱し、さらに所定時間均熱保持する誘導加熱方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、被加熱素材を誘導加熱炉内で誘導加熱する際には、加熱段階で被加熱素材の中心温度を所定の均熱温度に調整したのち、均熱段階で投入電力を前記加熱段階での投入電力の半分以下に調整して被加熱素材の中心温度を前記均熱温度とした状態で所定時間保持する方法、加熱段階で被加熱素材の中心温度を所定の均熱温度に調整したのち、均熱段階で投入電力を加熱段階での投入電力の半分以下に調整し、かつ均熱段階で周波数を加熱段階での周波数よりも高くし、被加熱素材の中心温度を前記均熱温度に所定時間保持する方法などが採用されている（特公平6-104867号公報）。

【0003】しかしながら、前者の加熱方法には、被加熱素材の中心温度を均熱温度に保持する際に、被加熱素材の表面からの熱放散により、表層や端面の温度が低下し、被加熱素材全体が均温にならなくなるという問題がある。

【0004】また、後者の加熱方法には、均熱段階で周波数を高めるので、表層や端面の加熱効果があるが、被加熱素材の内部への入熱が不足し、また表層部が過加熱されて高温になりすぎるという被加熱素材全体が均温にならなくなるという問題がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記従来技術に鑑みてなされたものであり、被加熱素材全体を均温に誘導加熱することができる方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、被加熱素材を誘導加熱炉内で高温加熱したのち、所定時間均熱保持する加熱方法であって、被加熱素材を誘導加熱炉内で昇温させる加熱段階と、前記加熱段階よりも周波数を高く

し、かつ投入電力を下げた加熱する均熱段階とのあいだに、前記加熱段階での誘導加熱と同一の周波数で、かつ前記加熱段階よりも投入電力を下げた誘導加熱する準加熱段階を設けることを特徴とする被加熱素材の誘導加熱方法に関する。

## 【0007】

【発明の実施の形態】本発明の被加熱素材の誘導加熱方法は、前記したように、被加熱素材を誘導加熱炉内で昇温させる加熱段階と、前記加熱段階よりも周波数を高くし、かつ投入電力を下げた加熱する均熱段階とのあいだに、前記加熱段階での誘導加熱と同一の周波数で、かつ前記加熱段階よりも投入電力を下げた誘導加熱する準加熱段階を設けることを特徴とする。

【0008】本発明の被加熱素材の誘導加熱方法における加熱段階、準加熱段階および均熱段階の各加熱段階での周波数、投入電力、ならびに被加熱素材の表面温度および中心温度の関係を図1に示す。

【0009】図1に示されるように、加熱段階においては、周波数 $f_0$ 、投入電力 $W_0$ に制御して被加熱素材をその表面温度を監視し、該表面温度が所定の温度に達した時点で加熱段階を終了する。

【0010】前記周波数 $f_0$ は、効率的な加熱を行なうために必要な磁氣的結合を確保する点から、50Hz以上、なかんづく110Hz以上であることが好ましく、また電流浸透深さを大きくとり、被加熱素材のより内部を加熱する点から、150Hz以下、なかんづく135Hz以下であることが好ましい。

【0011】つぎに、準加熱段階においては、周波数は前記加熱段階と同様に $f_0$ とし、投入電力を前記加熱段階よりも低下させて加熱する。このとき、被加熱素材の表面温度を監視し、該表面温度が所定の温度に達したのち、一定となるように漸次、投入電力を低下させ、該被加熱素材の中心温度と表面温度との温度偏差が所定の範囲内に収まった時点 $t_1$ で準加熱段階を終了する。

【0012】前記被加熱素材の所定の表面温度は、該被加熱素材の種類などによっても異なるが、通常、方向性電磁鋼板では1300～1400℃程度、チタン鋼板では700～800℃程度である。

【0013】前記被加熱素材の中心温度と表面温度との温度偏差は、被加熱素材の最終製品段階での品質のバラツキの低減の点から、20℃以下であることが好ましい。

【0014】該準加熱段階が終了した時点 $t_1$ における投入電力 $W_1$ は、初期の投入電力 $W_0$ の50%以下であることが中心部を過加熱せずに表層部の温度を高める点で好ましい。

【0015】前記準加熱段階および均熱段階の加熱時間は、被加熱素材の種類などによって異なるので一概には決定することができないが、両段階の合計加熱時間は、通常10～40分間程度となる。

【0016】このように準加熱段階で被加熱素材が加熱されるので、該被加熱素材自体の熱伝導により、温度が低い該被加熱素材の中心方向に熱が伝導し、該被加熱素材の全体が均熱される。

【0017】また、周波数を加熱段階と変えずに一定にして加熱するので、周波数を高めたばあいのように、被加熱素材の表面部の発熱量が相対的に多くなり、その結果、内部の昇温が遅れて内部温度の低下を招いたり、周波数を下げたばあいのように、内部の発熱量が多くなり、その内部が先に昇温し、その結果、過加熱状態にな

ってしまふというようなことがない。

【0018】つぎに、均熱段階においては、前記加熱段階および準加熱段階における周波数 $f_0$ よりも高い周波数 $f_1$ で、投入電力を準加熱段階よりも低くして被加熱素材を加熱し、該被加熱素材の表面温度と中心温度との温度偏差が所定の範囲に達した時点で加熱を終了する。

【0019】前記均熱段階における周波数 $f_1$ は、準加熱段階と比べて、より表層部分を加熱する点から、加熱段階および準加熱段階における周波数 $f_0$ よりも10Hz以上、好ましくは30Hz以上、さらに好ましくは50Hz以上高くすることが望ましい。

【0020】前記被加熱素材の表面温度と中心温度との温度偏差は、被加熱素材の最終製品段階での品質のバラツキの点から、20℃以下であることが好ましい。

【0021】このように、均熱段階においては、周波数を高めて被加熱素材を加熱するので、該被加熱素材の表面部の発熱量が相対的に多くなり、その結果、該被加熱素材の表面部、とくに端面における熱放散による温度低下を補償することができる。

【0022】また、投入電力を下げた加熱するので、均熱段階では急激な温度変化を伴うようなことがなく、熱伝導により、被加熱素材全体の温度偏差が解消され、該被加熱素材全体をいわゆる熟熱させることができる。

【0023】本発明の被加熱素材の誘導加熱方法によれば、加熱時に被加熱素材においてもっとも温度が高くなる部分の表面温度を監視しながら加熱を行なうことができるので、該被加熱素材が過加熱されることがなく、その結果、該被加熱素材に溶融する部分が生じるようなことがない。このため、溶融しない部分と異なる結晶粒が溶融によって生成されないの、被加熱素材に品質のバラツキがなくなり、溶融によって気泡が生成されるようなことがないので、形状不良による圧延トラブルの発生を抑制することができる。

【0024】また、本発明の被加熱素材の誘導加熱方法によれば、均熱段階において内部までの熟熱と端面の放熱分の補償を適切に行なうことができるので、誘導加熱終了時には被加熱素材は均温性にすぐれたものとなる。

【0025】なお、本発明においては、誘導加熱炉で誘導加熱するまえに、誘導加熱時の使用電力量の低減（省エネルギー）および生産性の向上の点から、あらかじめ

前記誘導加熱素材を燃料燃焼炉でキュリー点（磁気変態点）以上、好ましくは1000～1350℃程度にまで予備加熱してもよい。

【0026】

【実施例】つぎに、本発明の被加熱素材の誘導加熱方法を実施例にもとづいてさらに詳細に説明するが、本発明はかかる実施例のみに限定されるものではない。

【0027】実施例1～3

炉内の雰囲気温度が1150～1200℃である燃料燃焼炉で、板厚200mm、板幅1000mm、長さ10mの電磁鋼スラブを平均温度が1100℃になるようにあらかじめ燃焼加熱した。

【0028】まず、加熱段階として、周波数 $f_0$ を100Hzに、また投入電力 $W_0$ を8MWに設定し、前記あらかじめ燃焼加熱された電磁鋼スラブをその表面温度が所定の温度、すなわち1350℃となるまで、誘導加熱炉内で加熱した。

【0029】この加熱された電磁鋼スラブの加熱に要した時間は20分間であり、また実施例1～3のいずれにおいても電磁鋼スラブの表面温度（スラブの長さ方向中央かつ幅方向中央）は1350℃、中心温度（スラブの長さ方向中央、幅方向中央かつ厚さ方向中央）は1280℃であり、表面温度と中心温度との温度偏差が70℃であった。

【0030】つぎに、準加熱段階として、周波数 $f_0$ を100Hzに保持した状態で、電磁鋼スラブの表面温度が1350℃で一定に保たれるようにして、投入電力 $W_1$ を初期の投入電力 $W_0$ （8MW）の50%にし（4MW）、10分間（実施例1）、7分間（実施例2）または4分間（実施例3）かけて低下させながら誘導加熱炉内で加熱した。

【0031】この準加熱段階終了時の電磁鋼スラブの表面温度および中心温度ならびにそれらの温度偏差を表1に示す。

【0032】つぎに、均熱段階として、周波数 $f_0$ （100Hz）を $f_1$ （150Hz）に高め、電磁鋼スラブの表面温度が1350℃で一定になるようにしながら、投入電力を徐々に低下させ、表1に示す時間加熱を行なった。

【0033】この均熱段階終了時の電磁鋼スラブの表面温度および中心温度ならびにそれらの温度偏差を表1に示す。

【0034】つぎに、加熱処理が施された電磁鋼スラブを圧延し、えられた電磁鋼板の品質として鉄損値（ $W17/50$ ：周波数50Hz、最大磁束密度1.7Tのときの鉄損の値）を調べた。その結果を表1に示す。

【0035】比較例1～2

実施例1において、準加熱段階を行なわずに、均熱段階における周波数を150Hz（比較例1）または100Hz（比較例2）とし、表面温度（1350℃）が一定

となるように投入電力 $W_0$  (8 MW) を徐々に低下させる均熱段階を20分間行なったほかは、実施例1と同様にして電磁鋼スラブの加熱処理を行なった。

【0036】 つぎに、実施例1と同様にして電磁鋼板を作製し、その品質として鉄損値を調べた。その結果を表1に示す。

【0037】 なお、表1中、品質評点は、以下の評価基準にもとづく。

【0038】 [評価基準]

- Aランク：鉄損値が良好であり、バラツキが小さい。  
Bランク：鉄損値が良好であり、バラツキが若干あり。  
Cランク：鉄損値が低い、バラツキが小さい。  
Dランク：鉄損値が低く、バラツキが大きい。

【0039】

【表1】

表 1

実施例 番号	準 加 熱 段 階				均 熱 段 階				電磁鋼板の特性	
	加熱時間 (分)	加熱終了時の温度 (°C)			加熱時間 (分)	加熱終了時の温度 (°C)			鉄損値 (W/kg)	品質評点
		表面	中心	温度偏差		表面	中心	温度偏差		
1	10	1350	1340	10	10	1350	1347	3	0.810	A
2	7	1350	1332	18	13	1350	1342	8	0.813	B
3	4	1350	1316	34	16	1350	1332	18	0.815	B
比較例 1	0	-	-	-	20	1350	1315	35	0.828	C
2	0	-	-	-	20	1350	1305	45	0.835	D

【0040】 表1に示された結果から、実施例1～3におけるように、加熱段階と均熱段階とのあいだに準加熱段階を設けることにより、比較例1～2と対比して明らかに、えられる電磁鋼板の鉄損値を小さくし、品質の向上を図ることができることがわかる。

【0041】

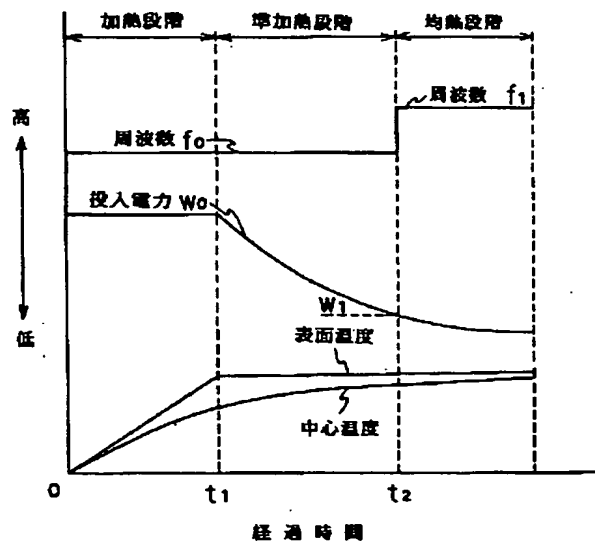
【発明の効果】 本発明の被加熱素材の誘導加熱方法によ

れば、被加熱素材全体を均温に誘導加熱することができるので、その結果、品質にすぐれた電磁鋼板を製造することができるという効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の被加熱素材の誘導加熱方法の各加熱段階での周波数、投入電力、ならびに被加熱素材の表面温度および中心温度の関係を示す説明図である。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 武嗣

兵庫県姫路市広畑区富士町 1 番地 新日本  
製鐵株式会社広畑製鐵所内